Министерство Образования и Науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
„Санкт-Петербургский Государственный университет Аэрокосмического приборостроения"

КАФЕДРА № 3

Отчет
Защищен с оценкой отл
Преподаватель:

07.03.2018

доц. к.ф-м. наук, доц — должность, уч.ст., зва
подпись, дата
А.Н. Хохлов — инициалы, фамилия

Отчет о лабораторной работе №2
Машина Атвуда.
По курсу: Общая Физика

Работу выполнил
Студент группы [redacted] 06.03.18

Санкт-Петербург
2018

Лабораторная работа №2.
Машина Атвуда
Протокол измерений.

Студент группы №1742 Парнюк И.А.
Преподаватель Холодилов А.И.

Параметры приборов.

Прибор	Тип	Предел измерений	Цена деления	Класс точности	Систематическая погрешность
Линейка	–	50см	1мм	–	2мм
Секундомер	–	100сек	1мс	–	1мс

$m_{груза} = 60$ гр, $m = 10$гр

Результаты измерений.

1. $S_1 = 19$см; $S_2 = 14$см.

t,c	0,380	0,420	0,342	0,395	0,382

2. $S_1 = 09$см

S_2,см	14	12	10	8	6
t,c	0,539	0,441	0,316	0,289	0,220

3. $S_2 = 14$см

S_1,см	9	11	13	15	17
t,c	0,625	0,468	0,446	0,404	0,309

28.02.18

28.02.18

1. Цель работы:

- Исследование равномерного и равноускоренного прямолинейного движения.

2. Описание лабораторной установки.

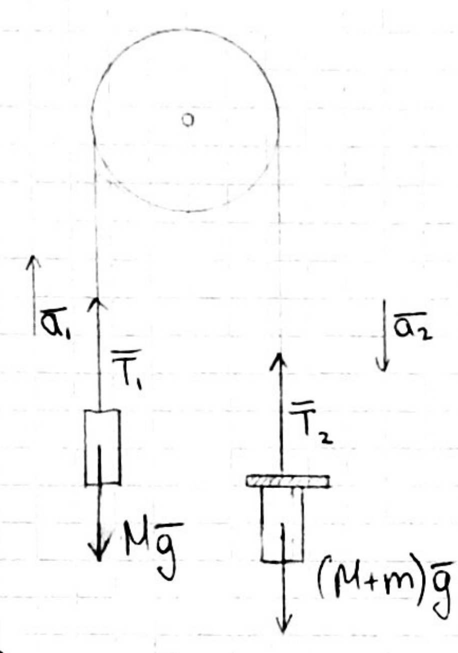


Рис. 1. Система грузов на блоке

Параметры установки.

Прибор	Тип	Предел измерений	Цена деления	Класс точности	Систематическая погрешность
Линейка	–	50 см	1 мм	–	2 мм
Секундомер	–	100 сек	1 мс	–	1 мс

3. Рабочие формулы.

Вычисление скорости точки в момент времени:

$$\overline{v} = \frac{d\overline{r}}{dt} \qquad (1)$$

$\overline{v}$ - скорость точки

t - момент времени

$\overline{r}$ - радиус-вектор

$$\bar{a} = \frac{d\bar{v}}{dt} \qquad (2)$$

$\bar{a}$ – ускорение материальной точки

Определение скорости материальной точки в любой момент времени:

$$\bar{v} = \bar{v}_0 + \int_0^t \bar{a}(t)dt \qquad (3)$$

$$\Delta\bar{r} = \int_0^t \bar{v}(t)dt \qquad (4)$$

$$v = at \qquad (5)$$

$$S = 0{,}5at^2 \qquad (6)$$

S – пройденный путь

$$v = \sqrt{2aS} \qquad (7)$$

Определение ускорения грузов:

$$a = \frac{S_2^2}{2S_1t_2^2} \qquad (8)$$

Второй закон Ньютона для системы двух тел:

$$\begin{cases} M\bar{a}_1 = \bar{T}_1 + M\bar{g} \\ -(M+m)\bar{a}_2 = \bar{T}_2 + (M+m)\bar{g}. \end{cases} \qquad (9)$$

Ускорение системы грузов:

$$a = \frac{mg}{2M+m}$$

Подставим в выражение (7):

$$v = \sqrt{\frac{mgS_1}{2M+m}} \qquad (10)$$

M, m – массы тел.

4. Результаты измерений и вычислений:

Задание 1.

$S_1 = 18$ см, $S_2 = 14$ см

таблица 1

t, c	0,380	0,420	0,342	0,395	0,382

Задание 2.

$S_1 = 9$ см

таблица 2

S_2, см	14	12	10	8	6
t, c	0,539	0,441	0,316	0,289	0,220

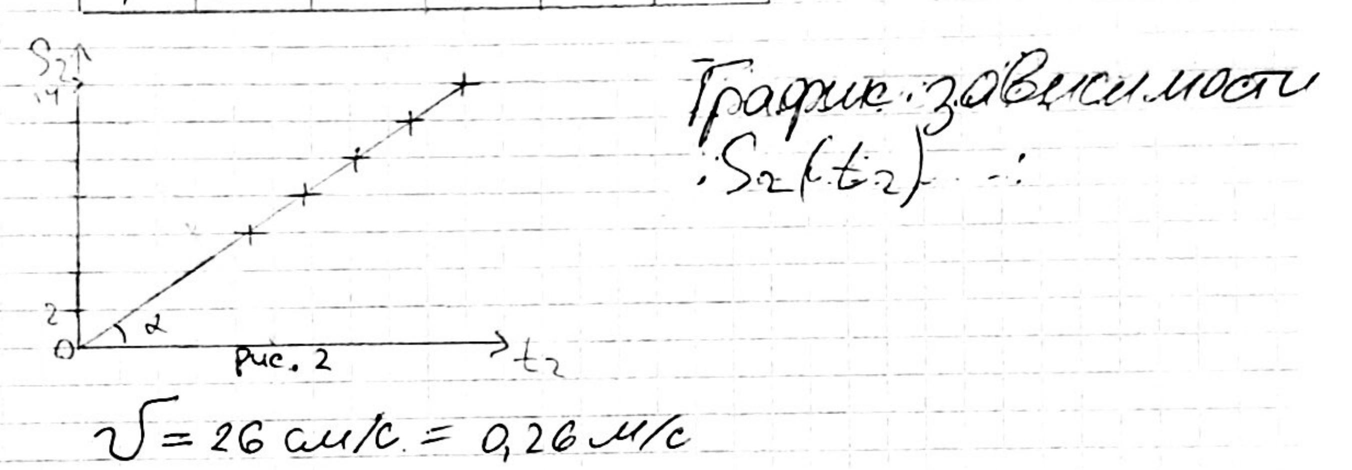


рис. 2

$v = 26$ см/с $= 0,26$ м/с

Задание 3.

таблица 3

$S_2 = 14$ см

S_1, см	9	11	13	15	17
t, c	0,625	0,468	0,446	0,404	0,309

График зависимости $S_1(t_2)^{-2}$

рис. 3

Задание 4.

$a = 37,47$ см/с^2 $= 0,37$ м/с^2

Задание 5.

$v = 25,97$ см/с $= 0,25$ м/с

5. Примеры вычислений.

по формуле (11) $v = \sqrt{\frac{mgS_1}{2M+m}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 9 \cdot 9,8}{2 \cdot 60+10}} = 26$ см/с $= 0,26$ м/с

по формуле $v = \frac{S_2}{t_2} = \frac{14}{0,539} = 25,97$ см/с $= 0,26$ м/с

по формуле (8)

$$a = \frac{S_2^2}{2S_1t_2^2} = \frac{14^2}{2 \cdot 9 \cdot 0,539^2} = 37,47 \text{ см/с}^2 = 0,37 \text{ м/с}^2$$

6. Вычисление погрешностей.

6.1. Вывод формулы систематич. погрешности

$$\Theta_t = \left|\frac{\partial t}{\partial x_1}\right| \cdot Q_{x_1} + \left|\frac{\partial t}{\partial x_2}\right| Q_{x_2} + .$$

Табл.1

$$\Theta_{v_1} = 0,26\left(\frac{0,002}{0,14} + \frac{0,001}{0,539}\right) = 0,01 \frac{м}{с}$$

$$\Theta_{v_5} = 0,27\left(\frac{0,002}{0,06} + \frac{0,001}{0,22}\right) = 0,1 \frac{м}{с}$$

$$a_1 = 0,37\left(\frac{0,002}{0,09} + \frac{2 \cdot 0,02}{0,14} + \frac{2 \cdot 0,001}{0,539}\right) = 0,19 \frac{м}{с^2}$$

Табл.2

$$\Theta_{v_1} = 0,55\left(\frac{0,002}{0,17} + \frac{0,001}{0,309}\right) = 0,01 \frac{м}{с}$$

$$\Theta_{v_5} = 0,14\left(\frac{0,002}{0,14} + \frac{2 \cdot 0,002}{0,17} + \frac{2 \cdot 0,001}{0,309}\right) = 0,4 \frac{м}{с^2}$$

6.2. Вывод формулы случайной погрешности.

$$v_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} v_i}{N}; \quad a_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} a_i}{N}$$

Табл.1

$$v_{ср} = \frac{0,26+0,27+0,31+0,28+0,27}{5} = 0,28 \frac{м}{с}$$

$$a_{ср} = \frac{0,37+0,41+0,56+0,43+0,41}{5} = 0,44 \frac{м}{с^2}$$

Табл.2.

$$v_{ср} = \frac{0,14+0,27+0,28+0,37+0,55}{5} = 0,32 \frac{м}{с}$$

$$a_{ср} = \frac{0,07+0,26+0,3+0,49+1,08}{5} = 0,44$$

6.3. Вывод формулы средней квадратичной погрешности

$$S_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(v_1 - v_{cp})^2}{N-1}} \; ; \; S_a = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(a_1 - a_{cp})^2}{N-1}}$$

Таблица 1.

$$S_v = \sqrt{\frac{(0,26-0,28)^2 + \ldots + (0,27-0,27)^2}{4}} = 0,02 \frac{м}{с}$$

$$S_a = \sqrt{\frac{(0,37-0,44)^2 + \ldots + (0,41-0,44)^2}{4}} = 0,07 \frac{м}{с^2}$$

Табл 2

$$S_v = \sqrt{\frac{(0,14-0,32)^2 + \ldots + (0,55-0,32)^2}{4}} = 0,15 \; м/с$$

$$S_a = \sqrt{\frac{(0,07-0,44)^2 + \ldots + (1,08-0,44)^2}{4}} = 0,39 \; м/с^2$$

6.4. Среднее квадратичное отклонение

$$S_{v cp} = \frac{S_v}{\sqrt{N}} \; ; \; S_{a cp} = \frac{S_a}{\sqrt{N}}$$

Табл 1.

$$S_{v cp} = \frac{0,02}{2,23} = 0,01 \; м/с \qquad S_{v cp} \leq \Theta_{v cp}$$

$$S_{a cp} = \frac{0,39}{2,23} = 0,17 \; м/с^2$$

6.5. Полная погрешность

$$\Delta S_v = \Theta_v + v_{cp} \; ; \; \Delta S_a = \Theta_n + a_{cp}$$

7. Вывод:

• Проведено исследование равномерного и равноускоренного движения. Экспериментально были определены скорость и ускорение тела, которые оказались близки к теоретическим расчетам, что говорит о справедливости законов кинематики и механики.

$a = 0,37 \; м/с^2$

$v = 0,26 \; м/с$

• На рис 2 показано, что движение является равномерным.

• На рис 3 показано, что движение явл. равноускор.